

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до виконання самостійної роботи
із навчальної дисципліни

«ДІАГНОСТУВАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ
ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ»

(для магістрантів I курсу усіх форм навчання спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка)

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2020

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи із навчальної дисципліни «Діагностування рухомого складу електричного транспорту» (для магістрантів 1 курсу усіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад . А. В. Коваленко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 30 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. А. В. Коваленко

Рецензент

В. П. Шпачук, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної та будівельної механіки Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою електричного транспорту, протокол № 1 від 27.08.2019.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Загальні положення щодо виконання самостійної роботи	8
1.1 Організація та мета самостійної роботи студентів.....	8
2. Перелік тем і питань для самостійного контролю.....	12
3. Індивідуальні семестрові завдання для самостійної та контрольної роботи.....	25
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	28

ВСТУП

Самостійна робота є одним із видів навчальної діяльності студентів, яка забезпечує досягнення поставленої мети навчання в університеті.

Дисципліна «Діагностування рухомого складу електричного транспорту» розроблена у системі модульно-рейтингового поетапного контролю засвоєння навчального матеріалу. За кожною темою дається перелік запитань для самоконтролю й обговорення в аудиторії або при інших формах дистанційного навчання.

Метою самостійної роботи є постійне вивчення програмного матеріалу, виконання всіх видів домашніх завдань і підготовка за всіма формами звітності з дисципліни «Діагностування рухомого складу електричного транспорту».

Ефективність самостійної роботи студентів залежить від якості її планування та контролю знань, умінь і навиків студентів.

При плануванні самостійної роботи потрібно враховувати наступні моменти:

- ретельний попередній аналіз навчальних планів та повного об'єму матеріалу дисципліни;
- знаходження фактичного часу, необхідного студенту для самостійної роботи.

Метою контролю є перевірка якості засвоєння студентами теоретичного матеріалу та ступеня оволодіння практичними вміннями і навичками. Результати контролю дозволяють своєчасно приймати рішення з удосконалення навчального процесу та підвищення ефективності роботи викладачів та студентів.

Поточний контроль дозволяє виконати перевірку засвоєння студентами навчального матеріалу дисципліни. Він може здійснюватись у вигляді вибіркового або фронтального опитування, індивідуальної бесіди, перевірки конспектів, курсових робіт, завдань до самостійної роботи, тестування тощо.

Комплексне застосування різних форм дозволяє своєчасно оцінити якість засвоєння матеріалу і підготовку студентів до занять.

Під час поточного контролю викладач може оцінити індивідуальні якості та здібності студентів. Це додає навчальній та виховній роботі цілеспрямованості і конкретності. До цього поточний контроль стимулює навчальну діяльність студентів, виховує відповідальність і ритмічність у роботі.

Підсумковий контроль є необхідним для перевірки якості виконання студентами навчальної програми дисципліни за семестр і проводиться у вигляді заліку.

З метою розв'язання питань, які з'являються у студентів під час підготовки до заліку, розширення і поглиблення знань за окремими питаннями та для надання методичної допомоги при отриманні правильних навичок самостійної роботи проводяться індивідуальні та групові консультації за розкладом.

Під час індивідуальних консультацій викладач підводить студентів до самостійної відповіді на незрозумілі питання.

При цьому повинно враховуватись, що студент краще запам'ятає і зрозуміє матеріал, якщо сам знайде відповідь на своє питання.

Ефективність процесу навчання студентів у багатoproфільному вищому навчальному закладі, яким є Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, ґрунтується на стимулюванні та підвищенні їхньої індивідуальної творчої активності під час самостійної роботи над навчальним матеріалом, особливо зі спеціальних дисциплін, якою є «Діагностування рухомого складу електричного транспорту». Таке твердження пояснюється низкою обставин, зокрема, великим обсягом і складністю матеріалу, що розглядається, особливостями організації навчальної роботи та неоднаковою базовою підготовкою студентів.

Ці обставини обумовлюють актуальність пошуку шляхів вирішення завдання активізації діяльності студентів, яка спрямована на самостійне поповнення та відновлення своїх наукових і спеціальних технічних знань, уміння орієнтуватися в потоці інформації, що надходить. Таким чином, індивідуальний

пошук і освоєння знань повинні стати однією з найхарактерніших рис, які визначають стиль роботи кожного студента над навчальним матеріалом, а весь процес навчання необхідно базувати на ефективній організації самостійної роботи, що є основним шляхом одержання знань у вищих навчальних закладах.

Під самостійною роботою розуміють цілеспрямовану активну працю студентів над навчальним матеріалом як над завданням викладача, під його керівництвом на планових аудиторних заняттях, так і самостійно, за власним бажанням, у процесі самопідготовки. Зазначена діяльність спрямована на закріплення, розширення та поглиблення одержуваних знань, умінь, навичок і засвоєння нового матеріалу без сторонньої допомоги.

Інакше кажучи, весь процес навчання у вищому навчальному закладі базується, в основному, на ефективно організованій роботі тих, хто навчається. Вона є основою, яка дозволяє досягти високих результатів навчання загалом. Такий спосіб навчання виховує самостійність мислення й ухвалення рішення дії з урахуванням ситуації не тільки як сукупність окремих умінь і навичок, але і як стиль роботи, спосіб життєвого укладу студентів, спроможність сприймати події, що відбуваються, і формування своєї життєвої позиції.

Актуальною проблемою в теперішній час є контроль успішності самостійної роботи студентів як однієї зі складових навчального процесу. Він сприяє виявленню ефективності навчання студента, розкриттю причин слабого засвоєння ним окремих частин навчального матеріалу, вжиттю дієвих заходів щодо усунення недоліків навчального процесу. Крім того, він передбачає перевірку знань, умінь і навичок, оцінку й облік.

Виділяють такі функції контролю: навчальна, контрольна, виховна і розвиваюча.

У процесі виконання завдань студенти самостійно роблять висновки і узагальнення, застосовують знання з урахуванням ситуації, вчаться відрізняти головне, відтворювати інформацію тощо.

Сучасна система оцінювання знань разом із засобами викладання конкретних дисциплін потребує значних змін. З метою подолання накопичених остан-

нім часом недоліків запропоновано модульну систему організації навчального процесу і модульно-рейтинговий контроль знань студентів.

Ці методичні вказівки призначені для студентів денної та заочної форм навчання у галузі діагностування рухомого складу електричного транспорту за освітньо-професійною програмою «Електромеханіка» і спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, а також для організації проведення самостійної роботи, що сприяє підвищенню якості вивчення певної навчальної дисципліни.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1.1 Організація та мета самостійної роботи студентів

У сучасному суспільстві трудова діяльність людини передбачає постійну самоосвіту й перенавчання, і до цього майбутні фахівці повинні готуватися в процесі підготовки у вищих навчальних закладах, зокрема, шляхом здійснення самостійної роботи навчального й науково-дослідницького характеру. Для підвищення якості цього виду роботи варто сформулювати деякі методологічні принципи її організації, в яких врахувати соціальні умови її виконання, бо це має значення не тільки для професійної підготовки, але й для забезпечення більш гармонійного входження молодого людини до соціуму, який базується на взаємозалежності соціальних об'єктів.

Серед соціальних умов навчальної діяльності, які найбільш позначаються на якості самостійної роботи студентів, слід відзначити такі: соціально-нерівні можливості студентів, які відрізняються матеріальним становищем і умовами проживання; кваліфікаційні характеристики і соціальні якості викладачів; особливості їхніх стосунків зі студентами; характер спілкування і наявність взаємодопомоги всередині студентського колективу.

Все це виявляється не тільки в різниці матеріальних можливостей користування студентами інформаційними джерелами у процесі опрацювання матеріалу, а також їх ставленні до самостійної роботи. Для запобігання зазначеним перешкодам слід ширше застосовувати принципи індивідуальності завдань для цієї форми навчання і комплексності їхньої перевірки (наприклад, у тісній послідовності здійснювати письмові й усні форми контролю).

Якість у сфері вищої освіти охоплює різні її галузі й функції. Вона визначається не тільки рівнем засвоєння навчальних дисциплін і професійної компетенції, але й володінням практичними навичками і вміннями, спроможністю до творчого і критичного мислення, а також нестандартних рішень у професійній діяльності.

Кваліфікація фахівців в умовах ринку стає важливим економічним чинником, який набуває не тільки господарського, але й соціально-політичного значення. З урахуванням сучасного соціального й економічного розвитку України виникла потреба перебудови вищої школи, серед основних напрямків якої треба виділити такі:

- розвиток активності, самостійності та творчих здібностей майбутніх фахівців;
- забезпечення держави кваліфікованими кадрами, які матимуть ґрунтовну теоретичну і практичну підготовку за фахом, зможуть самостійно приймати рішення, пов'язані з майбутньою професією, а отже створювати власними зусиллями нові науково-технічні цінності;
- розвиток вміння швидко адаптуватися до змін і корегувати професійну діяльність.

Виконання визначених завдань вимагає пошуку шляхів удосконалення навчально-виховного процесу, розробки нових методів і форм взаємодії викладача та студента. Стратегію навчання необхідно будувати на загальних демократичних принципах, які лежать в основі діяльності вищої школи всіх цивілізованих країн. У цьому напрямку треба відзначити теорії програмованого та проблемного навчання.

Програмоване навчання передбачає роботу з навчальним матеріалом, який подається частками в певній логічній послідовності. Темп засвоєння студентом поданої інформації залежить від його індивідуальної здатності сприймати й обробляти цей матеріал. Інший вид навчання розглядає проблемні ситуації, їхнього подолання і розв'язання, допомагає оволодіти досвідом пізнання в процесі їхнього вирішення. Воно чинить вплив на активізацію творчого мислення, формування нестандартних підходів до розв'язуваних проблем.

Як удосконалену форму програмованого навчання можна розглядати модульне, яке побудовано на логічно завершених частинах навчального матеріалу з урахуванням індивідуальних особливостей студентів. Воно дає змогу органі-

зувати процес на дискретному рівні, тобто за умов доцільного дозування змісту навчального матеріалу і методичного забезпечення його засвоєння.

Модульному навчанню притаманні такі особливості:

- відкидання матеріалу, що є «зайвим» для конкретного виду робіт;
- максимальна індивідуалізація навчання;
- дроблення фаху на певні частини (модулі та їх елементи, які мають самостійне значення).

Використання принципу модульності у процесі навчання сприяє формуванню у студентів мобільності та гнучкості знань, що є необхідною складовою компетентності. За модульним навчанням на першому місці знаходяться проблемність, проблемні ситуації, а також вирішується будь-яка проблема. Крім того, весь курс, що вивчається, поділяється на частини, які є самостійними одиницями, що містять логічно пов'язаний навчальний матеріал.

Самостійна робота студентів є одним з основних видів навчальної діяльності, що забезпечує досягнення визначеної мети під час підготовки у вищому навчальному закладі. Вона планується і виконується під методичним керівництвом викладача, але без його безпосереднього втручання.

Зазначена форма навчання повинна бути спрямована не тільки на оволодіння конкретною дисципліною, а й на формування навичок самостійної роботи взагалі, у навчально-науковій і професійній діяльності, здатності приймати на себе відповідальність, самостійно розв'язувати проблеми, знаходити конструктивні вирішення тощо.

Ефективність самостійної роботи істотно залежить від її планування та застосування прогресивної системи контролю знань, умінь і навичок студентів. При плануванні повинні враховуватися результати попереднього аналізу навчальних програм, обсяг матеріалу, види знань, трудомісткість їхнього виконання та засвоєння; фактичний час, потрібний студенту для виконання самостійної роботи, а також ступінь відповідності цього часу плановому.

Мета контролю полягає у перевірці якості засвоєння студентами теоретичного матеріалу та ступені володіння практичними вміннями й навичками. Ре-

зультати його дозволяють своєчасно вживати заходи з удосконалення навчального процесу загалом, поліпшення роботи викладачів і студентів.

Ця робота призначена для подальшого розвитку таких напрямків у процесі підготовки студентів, пов'язаних з формуванням узагальненої системи знань про методи, засоби й алгоритми визначення технічного стану рухомого складу міського електричного транспорту:

- вивчення основних положень діагностування технічного стану машин й механізмів;
- оволодіння основоположними принципами формування діагностичної інформації про стан системи;
- оволодіння основними характеристиками процесів, що використовуються при діагностуванні технічних об'єктів;
- освоєння методів діагностування енергетичних агрегатів і транспортних машин;
- вивчення алгоритмів визначення технічного стану та дефектів підшипників та зубчатих передач машин і механізмів;
- набуття навиків використання основних положень технічної діагностики при визначенні технічного стану вузлів і механізмів рухомого складу міського електротранспорту.
- отримання навичок роботи з технічною літературою та лекційним матеріалом, а також здатності приймати відповідальність при самостійному вирішенні питань;
- отримання вмінь планувати ефективну організацію самостійної роботи.

2 ПЕРЕЛІК ТЕМ І ЗАПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО КОНТРОЛЮ

Згідно з навчальною програмою дисципліни «Діагностування рухомого складу електричного транспорту» передбачено розгляд тем, стислий зміст яких наведено нижче.

ЗМ 1 Загальні принципи діагностування електромеханічних систем.

- 1.1 Основні напрямки технічної діагностики. Мета та основні задачі.
- 1.2 Основні положення та організація діагностування на підприємствах електричного транспорту.
- 1.3 Класифікація параметрів технічного стану вузлів і агрегатів. Теорія імовірності при вирішенні практичних задач діагностики.

ЗМ 2 Організація діагностування рухомого складу електротранспорту.

- 2.1 Засоби технічного діагностування. Загальна характеристика технічних засобів діагностування.
- 2.2 Пристрої визначення працездатності. Засоби виявлення наявних несправностей. Пристрої прогнозування.
- 2.3 Автоматизовані діагностичні системи. Алгоритми діагностування.
- 2.4 Використання комп'ютерної техніки при вирішенні задач діагностики агрегатів та машин рухомого складу електричного транспорту.
- 2.5 Ефективність технічного діагностування. Вплив технічних засобів на ефективність діагностування.

Тема 1.1 Основні напрямки технічної діагностики. Мета та основні задачі.

Діагностика (з грецької – діагноз) – визначення або розпізнавання.

У процесі діагностики встановлюється діагноз – визначається стан системи або об'єкта. Технічна діагностика охоплює всі технічні об'єкти та машини, тому фундаментальна її частина буде загальною (підходить майже для всіх систем). Технічна діагностика вивчає методи отримання й оцінки діагностичної

інформації, а також вивчає діагностичні моделі й алгоритми прийняття рішення.

Основна мета технічної діагностики – підвищити надійність системи та її ресурсу.

Основні завдання технічної діагностики:

1. Розпізнавання стану системи в умовах скороченої інформації. Технічна діагностика – безрозбірна діагностика (конструкцію не розбираємо).

2. Використання теорії контролеспроможності для розробки методів та засобів отримання діагностичної інформації, розробки алгоритмів, визначення несправностей, розробка діагностичних тестів.

Звернути увагу, що теоретичною основою технічної діагностики є теорія розпізнавання образів та на чому базуються алгоритми розпізнавання (на діагностичних моделях), що таке контролеспроможність системи (це здатність до забезпечення достовірної оцінки технічного стану та до раннього визначення несправностей та відмов).

Звернути увагу на структуру технічної діагностики. Що є предметом технічної діагностики. На яких етапах життєвого циклу вона застосовується. Вказати, які питання вирішуються на етапах розробки та доведення конструкції, на етапі виготовлення, при експлуатації та ремонті. Вказати на ефекти, що досягаються на вказаних вище етапах діагностування, як це впливає на якість машин при доопрацюванні, при їх виготовленні. Навести графіки імовірності відмови машини з часом напрацювання та поведінку представницького параметра технічного стану об'єкта з часом напрацювання. У чому полягає діагностування при експлуатації машин, яка відмінність у постійному контролі та діагностуванні технічного стану й епізодичному (періодичному). Вказати на особливості діагностування машин методами вібродіагностики, теплової діагностики, діагностики електромеханічних систем, радіовипромінювання, ультразвукової та інших. Як вирішуються завдання продовження ресурсу машин при діагностуванні їх технічного стану.

В чому полягає принцип обслуговування машин за регламентом і фактичним технічним станом, як на це впливає діагностика технічного стану, у чому полягає позитивний ефект?

Звернути увагу, що теоретичною основою технічної діагностики є теорія розпізнавання образів, та на чому базується алгоритми розпізнавання (на діагностичних моделях). Що таке контролеспроможність системи - оцінка технічного стану на ранній стадії визначення несправностей та відмов. Звернути увагу на структуру технічної діагностики.

Запитання для самоконтролю за п. 1.1:

1. Обґрунтувати роль і місце технічної діагностики у планово-попереджувальній системі ТО і Р підприємств міського електричного транспорту.
2. Охарактеризувати методи отримання й оцінки інформації під час діагностування.
3. Як впливають організація та умови експлуатації рухомого складу на його технічний стан?
4. Обґрунтувати вимоги до міського електричного транспорту з позиції споживчої привабливості.

Тема 1.2 Основні положення та організація діагностування на підприємствах електричного транспорту.

В основу організації діагностики покладена планово-попереджувальна система ТО і Р, а також діюче «Положення про ТО і Р рухомого складу». В системі управління технічної служби підприємства діагностика є контролюючим блоком.

Об'єктом технічного діагностування може бути як трамвай або тролейбус у цілому, так і їхня складова частина, технічний стан якої потребує визначення.

Основні завдання технічної діагностики можна сформулювати в такий спосіб:

- побудова математичних моделей об'єктів діагностики;
- розробка програм перевірки об'єктів;
- вибір чи створення технічних засобів перевірки стану об'єктів.

Таким чином, вирішення діагностичного завдання передбачає необхідність наявності характеристик трьох видів:

- об'єктів і явищ, що виступають у ролі причин відхилень;
- об'єктів і явищ, що виконують роль наслідків цих причин (тобто самих відхилень);
- процесу виявлення їхніх зв'язків.

Діагностування є на сьогодні одним з основних напрямків удосконалення системи ремонту техніки, підвищення її надійності в експлуатації, тому що воно сприяє виявленню відмов випадкового характеру в міжремонтні періоди.

Застосування засобів й методів технічного діагностування дозволяє безперервно чи в дискретні моменти часу перевірити стан вхідних і вихідних параметрів РС, дає змогу ставити РС в ремонт відповідно до його технічного стану. Це сприяє різкому зменшенню кількості відмов між плановими видами ремонтів, підвищенню ступеня використання ресурсу складових частин і деталей РС та зниженню витрат на запчастини й матеріали під час ремонту, підвищенню економічності роботи рухомого складу і його безпеки.

Розглянути визначення завдань на прикладі шліцьового з'єднання валів редуктора. Звернути увагу - діагностування провести в умовах скороченої інформації. Як описується стан системи? Що таке розпізнавання стану системи-віднесення стану до одного із можливих класів (діагнозів)? Діагнози визначаються до діагностування. Сукупність послідовних дій у процесі діагностування називають алгоритмами розпізнавання. Завдання діагностування може бути вирішене, якщо відомі наперед класи, стани, діагнози, а також обов'язково – ознаки цих класів, станів, діагнозів. Ознаки – це найбільш чутливі представницькі параметри системи до зміни їх технічного стану, а значить і до порушення

нормальної роботи машини. При створенні системи діагностування мають місце два етапи: навчання системи діагностування (створення алгоритмів пошуку)

- це пряма задача; розпізнавання стану та встановлення діагнозу - вирішення зворотного завдання

- за ознаками технічного стану встановити діагноз (несправність). Звернути увагу на математичну постановку задачі діагностування з використанням комплексу ознак $K=K(K_1, K_2, K_3, \dots, K_i)$. Постановки задачі діагностування можуть бути: імовірнісні та детерміновані. Викласти особливості цих постановок.

Запитання для самоконтролю за п. 1.2:

1. Охарактеризувати основні завдання технічної діагностики.
2. Подати свої міркування щодо доцільності застосування засобів і методів технічного діагностування між плановими видами ремонтів.
3. Як описується стан системи?
4. Що таке розпізнавання стану системи - віднесення стану до одного із можливих класів (діагнозів).

Тема 1.3 Класифікація параметрів технічного стану вузлів і агрегатів. Теорія імовірності при вирішенні практичних задач діагностики

Технічний стан машини визначається з використанням комплексу ознак (сукупності представницьких параметрів). Їх показники визначаються за допомогою вимірювальної апаратури і первинного елемента – датчика. Машина не наче перетворює параметри технічного стану (дефекти) в систему ознак технічного стану – це є пряма задача. Зворотна задача – це задача діагностування – визначення дефектів (зарахування технічного стану до одного з класів, діагнозів) за ознаками, які отримуються за допомогою вимірювальної апаратури. Зворотне завдання, як правило, має неоднозначні рішення, чим ускладнюється завдання діагностування. Для її вирішення використовуються різні діагностичні моделі: динамічні (це диференційні, або алгебраїчні рівняння); логічні співвід-

ношення; функціональні моделі; структурні моделі; регресійні моделі; статистичні моделі; матричні моделі й інші. Під час засвоєння матеріалу звернути увагу на особливості регресійних моделей та матричних моделей, які найчастіше використовуються при діагностуванні машин. Регресійні використовуються при діагностуванні машин, для яких має місце значна сукупність експериментального матеріалу для встановлення регресійних залежностей між параметрами технічного стану (дефектами) та їх ознаками, наприклад, електродвигуни. Матричні моделі використовуються для діагностування унікальних об'єктів, коли відсутня значна сукупність експериментального матеріалу (наприклад, для турбоагрегатів великої потужності). Матричні моделі можуть використовуватися також і на транспорті для загальної діагностики.

Структурні моделі, які найчастіше використовуються в електроніці, можуть бути одномірні, багатомірні з корельованими і некорельованими входами та виходами. Звернути увагу на їх особливості, бо вони використовуються для «самодіагностування» систем діагностики, що включають датчики, перетворювачі, фільтри та інші елементи.

Теорія ймовірностей вивчає закономірності випадкових явищ, що часто повторюються.

Подія - явище, котре можливо визначити як таке, що відбулося або не відбулося. Події можуть бути вірогідні або неможливі.

Ймовірністю якоїсь події A називають таке число $P(A)$, котре характеризує можливість виникнення події. Ймовірність вірогідної події вважається такою, що дорівнює 1, тобто $P(a) = 1$, а неможливої - такою, що дорівнює 0, тобто $p(A) = 0$.

За великої кількості спроб статистична ймовірність події наближається до істинної ймовірності події.

Розглянути, що називається подією, що таке ймовірність події, як характеризуються неможливі події та вірогідні. Вказати діагноз значень ймовірності випадкової події (0-1). Як визначається ймовірність події в інженерній практиці?

Що таке логічна сума (диз'юнкція) та логічний добуток (кон'юнкція) двох подій? Показати це на прикладі послідовного і паралельного сполучення вимикачів в електричному колі. Визначити формулу логічної суми двох подій на прикладі попадання в мішень, що складається із двох ексцентричних кіл, які мають частину загальної площини. На цьому прикладі визначити, що таке логічний добуток подій та умовна імовірність цих подій. Вказати умовну незалежність двох подій.

Для закріплення матеріалу розглянути приклади: визначення імовірності попадання в мішень, що складається з двох концентричних кіл, діаметри яких відрізняються в два рази; визначення безвідмовної роботи блоку з трьох батарей, які сполучені послідовно та паралельно. Формула Байєса

Статистичний метод визначення несправностей чи дефектів у роботі машини при появі декількох їх ознак заснований на використанні значної статистичної сукупності результатів попереднього діагностування цього класу машин. Цей метод дозволяє прогнозувати імовірність дефектів при наявності багатьох ознак прояви цих дефектів. Основна перевага статистичних або імовірнісних методів розпізнавання – це одночасне використання або врахування ознак різної природи, тому що використовуються безрозмірні характеристики або величини, які по суті означають імовірнісні показники різних станів системи.

Запитання для самоконтролю за п. 1.3:

1. Як використовуються діагностичні моделі у процесі визначення технічного стану рухомого складу?
2. Які діагностичні моделі використовуються при вирішенні завдань діагностування?
3. Дайте визначення і наведіть приклади прямого та зворотного завдання діагностування.
4. Дайте визначення імовірності події. Що називається подією? Як характеризуються події?

5. Дайте визначення та наведіть приклади логічної суми та логічного добутку.

Тема 2.1 Засоби технічного діагностування. Загальна характеристика технічних засобів діагностування

Засобами технічної діагностики є контрольні та вимірювальні прилади, інструменти, стенди та їхнє поєднання, що забезпечують збір достатнього обсягу інформації про технічний стан контрольованого вузла або агрегату.

Засоби технічної діагностики, які відповідають вимогам, що висувуються до них експлуатаційними підприємствами, повинні дозволяти контролювати усі основні параметри, що характеризують працездатність вузла або агрегату. Програма діагностування обмежується межами експлуатаційної необхідності та складається так, щоб можна було уникнути значного числа підключень апаратів, приладів і механізмів. Проте, при цьому бажано здійснювати велику кількість перемикачів, які можливо не тільки механізувати й автоматизувати, але і запрограмувати, що знижує трудомісткість діагностичного обстеження. Результати (інформація) технічного діагнозу повинні видаватися в зафіксованому вигляді (коди несправностей тощо).

Діагностування рухомого складу може бути загальним або заелементним, тобто може проводитися для досягнення локальної мети (обстеженню піддаються тільки вузли і деталі, що забезпечують безпеку руху) або для оцінки працездатності тролейбуса або трамвая за всіма основними параметрами. Залежно від визначеної мети застосовується та або інша форма діагностичного обслуговування - спеціалізовані пости по об'єктах або комплексні станції для загального обстеження. Спеціалізовані пости можуть бути розташовані окремо або вбудовані в потокову лінію.

Перспективними є бортові системи технічної діагностики (розташовані в кабіні тролейбуса або трамвая). При цьому водій може одержувати інформацію

про ресурс працездатності вузлів і агрегатів керованої ним одиниці рухомого складу.

Впровадження засобів технічної діагностики у практику експлуатаційних депо забезпечує підвищення ефективності виробництва.

Запитання для самоконтролю за п. 2.1:

1. Охарактеризуйте сучасні засоби діагностування.
2. Які бувають види і форми діагностування? Наведіть приклади їх застосування.
3. Дайте оцінку бортовим системам діагностування у порівнянні з іншими.

Тема 2.2 Пристрої для визначення працездатності. Засоби виявлення наявних несправностей. Пристрої прогнозування

Пристрої для визначення працездатності можуть використовуватися автономно (для перевірки технічних об'єктів одноразового використання) або в комплексі діагностичних засобів, що здійснюють діагностування об'єкта багатократного використання. При цьому пристрої для визначення працездатності є, по суті, технічною реалізацією всіх можливих методів контролю працездатності технічних об'єктів, що визначають працездатність, можуть призначатися для контролю функціонування об'єкта, параметрів або різних характеристик (динамічних або статичних). Це дозволяє класифікувати всі пристрої за методами, які вони реалізують (наприклад, пристрій для визначення працездатності за тимчасовими характеристиками, пристрій для визначення працездатності за частотними характеристиками і тому подібне). Крім того, пристрої для визначення працездатності можуть бути класифіковані за формою подання інформації при її обробці на аналогові і дискретні. У першому випадку контрольовані величини, записані в аналоговій формі, нормалізуються і потім безпосередньо надходять на обробку. У другому випадку контрольовані величини, записані в

аналоговій формі, після нормалізації кодуються, а потім вже надходять в обробку для оцінки працездатності об'єкта.

Процес виявлення несправності, як правило, починається після встановлення факту її виникнення. Якщо відомі ознаки наявності несправності, то її можна знайти за допомогою засобів виявлення. Ознаки несправностей можуть бути надзвичайно різноманітними, тому і засоби для їх виявлення будуються за різними принципами. Проте серед різноманіття різних засобів можна виділити групи універсальних і спеціалізованих засобів. Перша група призначається для виявлення різних несправностей у цілому класі технічних об'єктів і виконує функції фіксації відхилень яких-небудь однорідних фізичних величин. Друга група включає пристрої, які здійснюють зіставлення різних комбінацій сигналів із заданими комбінаціями.

Автоматизація процесу прогнозування може здійснюватися двома шляхами: створенням комп'ютерних програм, що працюють в системі контролю; розробкою спеціалізованих пристроїв автоматичного прогнозу – прогнозаторів. Необхідність розробки останніх пов'язана з вирішенням завдання прогнозування зміни стану таких об'єктів, специфіка експлуатації яких не дозволяє принципово використовувати комп'ютери.

Оскільки завдання прогнозування може бути вирішене різними методами (аналітичного, імовірнісного прогнозування і теорії статистичної класифікації), то і структура прогнозатора залежить, в першу чергу, від обраного методу прогнозування, а також від тих конкретних вимог, які висуваються до нього щодо точності, швидкодії, надійності тощо.

Запитання для самоконтролю за п. 2.2:

1. Охарактеризуйте сучасні пристрої для визначення працездатності.
2. У чому полягає процес виявлення несправності?
3. Дайте оцінку автоматизації процесу прогнозування. Яким чином вона здійснюється?

Тема 2.3 Автоматизовані діагностичні системи. Алгоритми діагностування.

Системи, в яких більшість операцій за оцінкою стану об'єкта здійснюються без участі оператора, називають автоматизованими діагностичними системами.

Розглянути принципи побудови і технічні рішення для автоматизованих засобів, досліджуваних в діагностичних системах при вирішенні цілого комплексу завдань за оцінкою стану об'єкта й ухваленню рішень з його використання.

Сучасний рівень розвитку техніки дозволяє виконувати операції за оцінкою стану технічних об'єктів з використанням електричних величин.

Звернути увагу і проаналізувати узагальнену структурну схему для процесу діагностування технічних об'єктів. Слід зазначити, що на схемі не вказується, які з операцій виконуються автоматично, а які - вручну оператором. При технічній реалізації системи вирішується завдання про ступінь автоматизації процесу діагностування. Ця узагальнена схема може зазнавати істотних змін за рахунок виділення певних операцій у групи.

Природно, що умови експлуатації та специфіка конструктивного виконання технічних об'єктів позначатимуться при побудові системи діагностики і технічної реалізації комплексу автоматизованих засобів. Так, наприклад, можна говорити про систему діагностики рухомих і нерухомих об'єктів.

Запитання для самоконтролю за п. 2.3:

1. Дайте визначення автоматизованої системи діагностування. Наведіть приклади.
2. Охарактеризуйте принципи побудови і технічні рішення для автоматизованих засобів діагностики.
3. Проаналізуйте узагальнену схему діагностики.

Тема 2.4 Використання комп'ютерної техніки при розв'язанні завдань діагностики агрегатів та машин рухомого складу електричного транспорту

Досягнення в галузі мікропроцесорної техніки дає можливість створювати нові системи управління на основі мікроконтролерів. Ці системи також дають більш широкий діапазон можливостей, що включають, крім функцій управління, і функції контролю, захисту, діагностики та ін.

Сучасний розвиток інформаційних технологій дозволяє вирішувати проблеми ресурсозбереження за рахунок створення єдиної системи інформаційного забезпечення, яка повинна супроводжувати промисловий об'єкт на всіх етапах його життєвого циклу: проектування, створення, експлуатації, ремонту. Електромеханічні системи електроприводів зараховується до промислових об'єктів і мають відповідний життєвий цикл.

У чому ж полягає особливість стаціонарних систем діагностування (моніторингу)? Типова стендова система моніторингу і діагностики, яка може будуватися на базі переносної системи, за складом технічних засобів, які не відрізняються від стаціонарної системи моніторингу і діагностики.

Ця система складається з центральної діагностичної станції – комп'ютера із вмонтованими платами для перетворення сигналу в цифрову форму і пакетами програм для керування, аналізу сигналів, моніторингу і діагностики, відображення стану обладнання, а також зовнішніми блоками посилення і комутації, датчиками вібрації та частоти обертання ротора.

Перша полягає в тому, що вся робота системи відбувається автоматично, у тому числі й планування вимірювань на їхнє проведення, й аналіз сигналів, і всі подальші операції моніторингу.

Друга особливість - у системі може не вистачати кількості датчиків для того, щоб зміряти вібрацію кожного вузла, і тому в стаціонарній системі може не бути підсистеми глибокої діагностики.

Третя особливість - до складу стаціонарної системи може входити і переносний прилад для проведення додаткових (до обов'язкових моніторингових

вимірювань вібрації) вимірювань інших сигналів. У цьому випадку система може забезпечувати і глибоку діагностику машини.

Звернути особливу увагу на методи і засоби сучасного діагностування вузлів і агрегатів рухомого складу міського електричного транспорту.

Запитання для самоконтролю за п. 2.4:

1. Дайте оцінку сучасному розвитку інформаційних технологій, мікропроцесорної техніки з точки зору оператора-діагнosta.

2. Що таке датчик? Які датчики застосовуються під час діагностування? Наведіть приклади.

3. У чому полягає особливість стаціонарних систем діагностування? Порівняйте їх з іншими системами.

Тема 2.5 Ефективність технічного діагностування. Вплив технічних засобів на ефективність діагностування

Діагностичне устаткування може бути ефективно використане в автотранспортних підприємствах тільки за умови чіткої організації системи технічного обслуговування і ремонту, складовою частиною якої є діагностування.

Контрольно-діагностичні операції повинні виконуватися перед проведенням технічного обслуговування і поточним ремонтом незалежно від наявного діагностичного обладнання. Тільки в цьому випадку доцільне придбання діагностичного обладнання, використання якого є раціональним.

Під час освоєння матеріалу звернути увагу на те, що вплив технічних засобів на ефективність діагностування технічних об'єктів враховується імовірністю правильного функціонування технічних засобів у період здійснення діагностування, залежно від умов якого змінюється спосіб розрахунку. При цьому засоби діагностики можуть розглядатися як об'єкти безперервної дії (технологічні процеси, апаратура бортового діагностування під час експлуатації та ін.) або

як об'єкти періодичної дії (обладнання рухомих об'єктів перед використанням та ін.).

Запитання для самоконтролю за п. 2.5:

1. Які умови доцільного придбання діагностичного обладнання і раціонального його використання?
2. Вплив технічних засобів на ефективність діагностування технічних об'єктів.

3. ІНДИВІДУАЛЬНІ СЕМЕСТРОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ТА КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1. Основні напрямки технічної діагностики (мета, завдання, структура).
2. Етапи створення систем технічної діагностики.
3. Постановка завдань технічної діагностики.
4. Використання діагностичних моделей при діагностуванні.
5. Структурні схеми діагностичних моделей у вібродіагностиці.
6. Особливості формування діагностичного сигналу в лінійних системах.
7. Особливості формування діагностичного сигналу в нелінійних системах.
8. Відомості із теорії імовірності. Логічна сума та логічний добуток подій.
9. Визначення імовірності безвідмовної роботи блоків при послідовному та паралельному з'єднанні трьох елементів.
10. Визначення імовірності безвідмовної роботи двох двигунів.
11. Постановка завдання розпізнавання образів.
12. Використання міри близькості в теорії розпізнавання образів.
13. Використання міри схожості в теорії розпізнавання образів.
14. Формування вібраційного сигналу, що характеризує несправність.
15. Використання віброакустичного сигналу в діагностиці.
16. Використання часової реалізації в діагностичних цілях.

17. Використання спектру потужності в діагностичних цілях.
18. Використання функції кореляції в діагностичних цілях.
19. Використання взаємного спектра та функції когерентності в діагностиці.
20. Використання кепстру в діагностичних цілях.
21. Використання комп'ютерної техніки при розв'язанні задач діагностики агрегатів та машин електричного транспорту.
27. Використання одномірного та двомірного закону розподілу ймовірностей у діагностичних цілях.
28. Виділення діагностичної інформації з допомогою фільтрації сигналу.
29. Виділення огинаючої для подання діагностичної інформації.
30. Засоби технічного діагностування. Загальна характеристика технічних засобів діагностування.
31. Процедура обробки вібросигналу для виявлення характерних діагностичних ознак.
32. Особливості формування діагностичного сигналу в параметричних системах.
33. Використання сучасних технологій у галузі діагностування та застосування їх в практичних цілях на підприємствах МЕТ.
34. Структура діагностування гальмівної системи електричного транспорту.
35. Процес діагностування стану підшипників ковзання.
36. Графіки імовірності відмов та поведінки представницьких параметрів з часом напрацювання.
37. Структурні та діагностичні параметри. Поняття та графічне зображення вимог до них.
38. Виникнення коливань у зубчастих механізмах.
39. Структура діагностування бокової щілини в зубчастому зчепленні.
40. Особливості діагностування перекосу осі в зубчастому зчепленні.
41. Процес діагностування викришування зубів зубчастої передачі.
42. Структура діагностування тріщин та полумки зубів у зчепленні.

43. Структура діагностування тягових електродвигунів та методи їх виявлення.
44. Алгоритм діагностування пневматичного обладнання електрифікованих видів транспорту та методи їх виявлення.
45. Використання діагностичної матриці для визначення стану об'єкта.
46. Процес діагностування струмоприймача електричного виду транспорту.
47. Структура діагностування ходової частини електротранспорту.
48. Особливості діагностування електричного гальма.
49. Структура діагностування вібраційного стану енергетичних роторних агрегатів за допомогою стаціонарних систем.
50. Процес діагностування механічного обладнання електричного транспорту.
51. Структура діагностування тягового редуктора електричного рухомого складу.
52. Методика складання алгоритму діагностування.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила експлуатації трамвая і тролейбуса: затв. Держжитлокомунгоспом України 10.12.96 (Наказ № 103): чинний з 16.03.1997. Доп. 2004. – Київ : Держжитлокомунгосп, 2004. – 108 с.
2. Далека В. Х. Правила експлуатації міського автомобільного та електричного транспорту. / В. Х. Далека, Е. І. Карпушин, М. В. Хворост – Харків : ХНАМГ, 2007. – 120 с.
3. Технічна експлуатація електричного транспорту. Теоретичні основи технічної експлуатації рухомого складу. / В. Х. Далека, В. Б. Будниченко, Е. І. Карпушин, В. І. Коваленко – Харків : ХНАМГ, 2007. – 161 с.
4. Технічна експлуатація електричного транспорту. Організація технічної експлуатації рухомого складу. / В. Х. Далека, В. Б. Будниченко, Е. І. Карпушин, В. І. Коваленко – Харків : ХНАМГ, 2007. – 195 с.
5. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник. / О. А. Лудченко – Київ : Знання-Прес, 2004. – 478 с.
6. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навчальний посібник. / Є. Ю. Форнальчук, М. С. Олісевич, О. Л. Мاستикаш, Р. А. Пельо – Львів : Афіша, 2004. – 492 с.
7. Барков А. В. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации. Рекомендации для пользователей систем диагностики. / А. В. Барков, Н. А. Баркова, А. Ю. Азовцев – СПб : Издательство СПбГМТУ, 2000. – 159 с.
8. Веклич В. Ф. Диагностирование технического состояния троллейбусов. / В. Ф. Веклич – М. : Транспорт, 1990. – 225 с.
9. Кузнецов Е. С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. / Е. С. Кузнецов – М. : Транспорт, 2008. – 352 с.

10. Мирошников Д. В. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях. / Д. В.Мирошников, А. П. Болдин, В. И. Пал – М. : Транспорт, 1997. – 263 с.

11. Техническая эксплуатация автомобилей. / Под ред. Г. В. Крамаренко. – М. : Транспорт, 2005. – 488 с.

12. Селиванов С.С., Иванов Б.В. Механизация процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей. / С. С. Селиванов, Б. В. Иванов – М. : Транспорт, 2003. – 198 с.

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації
до виконання самостійної роботи
із навчальної дисципліни

**«ДІАГНОСТУВАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ
ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ»**

*(для магістрантів 1 курсу усіх форм навчання спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка)*

Укладач **КОВАЛЕНКО** Андрій Віталійович

Відповідальний за випуск *Ю. П. Бархаєв*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *А. В. Коваленко*

План 2020, поз. 136М

Підп. до друку 24.06.2020. Формат 60×84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 1,2.

Тираж 50 пр. Зам. № .

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків 61002.

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.